

引用例 1

(19) 日本国特許庁 (JP)

(20) 公開特許公報 (A)

(21) 特許出願公開番号

特開平7-94477

(22) 公開日 平成7年(1995)4月7日

(23) Int.Cl.
H01L 21/3055
21/027

識別記号

府内整理番号

F I

技術表示箇所

H01L 21/302
7352-4M 21/30 570 H

審査請求 未請求 請求項の数3 OL (全4頁)

(24) 出願番号

特許平5-238117

(25) 出願日

平成5年(1993)9月22日

(26) 出願人

株式会社日立製作所
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(27) 上記1名の代理人 弁理士 小川 勝男

(28) 出願人

工業技術院長
東京都千代田区霞が関1丁目3番1号

(29) 上記1名の復代理人 弁理士 小川 勝男 (外1名)

(30) 発明者

山口 敦子
東京都国分寺市京北ヶ丘1丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内

最終段に統ぐ

(31) 【発明の名称】 ドライエッチング方法

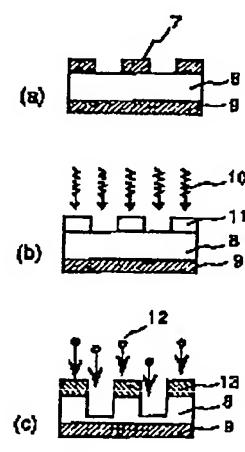
(32) 【要約】

【目的】 多層レジストを用いたリソグラフィ工程及びLSIプロセスのエッチング工程において、レジストのエッチング耐性を向上させ、高解像度を実現することを目的とする。

【構成】 本発明は、露光・現像後のシリコン含有材料からなるレジストパターンに電離放射線を照射し、レジスト中のシリコン原子の結合を切断することにより、酸素ガスないしはそのイオン、ラジカル、プラズマとの反応性を高め、酸化を促進し、引き続き行うドライエッチングに対する耐性を向上させることを特徴とする。

【効果】 エッチングおよびプラズマ現像の工程で用いられるドライエッチングにおいて、レジストのドライエッチング耐性が向上するため、従来のエッチング方法に比べ、解像度およびアスペクト比の高い微細なパターンが得られる。

図2



【特許請求の範囲】

【請求項1】シリコン含有のレジスト膜上に所望のパターンを形成したのち、該レジストパターンをマスクに、下層レジストもしくは基板を酸素反応性イオンエッティングにより加工するドライエッティング方法において、酸素反応性イオンエッティングに先立ち、電離放射線を部分的にあるいは全面に照射し、その被照射部位において、レジスト分子を構成する原子間の結合を切断することにより、引き続き行う酸素反応性イオンエッティングにおいて、レジストパターン中のシリコンの酸化を促進し、レジストパターンのドライエッティングに対する耐性を向上させることを特徴とするドライエッティング方法。

【請求項2】特許請求の範囲第1項に記載のドライエッティング方法において、シリコン含有のレジスト膜として、シリコン化合物、ポリシラン、ケイ素-ケイ素結合を主鎖に含むポリシラン誘導体、ポリシラン・スルホン共重合体、シリル基を側鎖に導入したポリオレフィンないしはポリメチルメタクリレートを用いることを特徴とするドライエッティング方法。

【請求項3】特許請求の範囲第1項から第2項に記載のドライエッティング方法において、電離放射線の波長を選択することにより、特にシリコン原子の結合を効率よく切断することを特徴とするドライエッティング方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は半導体素子の製造技術に係り、特にリソグラフィ工程におけるプラズマ現像及びエッティング工程で用いられる、ドライエッティング方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】LSIの高集積化にともない、現在の半導体素子の製造工程では、クォーターミクロノーダーの微細加工が必要とされている。リソグラフィプロセスでは、高いスループットでアスペクト比の高いレジストパターンを得るため、多層レジストを用い、上層を露光、現像によってパターニングした後、そのパターンをドライエッティングにより下層に転写する、という手法が注目されている。このような傾向が進むにつれ、上層レジスト用材料として高いドライエッティング耐性を有する物質の開発が重要な課題となってきた。

【0003】シリコンや金属元素を含むレジスト材料を用いて、酸素反応性イオンエッティングを行うと、レジスト中のシリコンや金属がエッティングガスとして用いた酸素により酸化し、エッティングされないため、下層に対してマスクとして働くものがある。特にシリコンを含む物質は、汚染の問題がないことからしばしば用いられる。シリコン含有のレジストを用いた二層レジストのパターンについて、例えば、ジャーナル・オブ・バキューム・サイエンス・テクノロジー B3(1985)第306頁から第309頁に述べられている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】上に述べたシリコン含有のレジスト材料では、一般にシリコン含有率が高いほどドライエッティング耐性も高い。しかし、シリコン含有率の高い材料ほど露光感度や現像感度が低く、また、アッティングも難しい。従って、シリコン含有率を増加させることなく、ドライエッティング耐性をさらに向上させる必要がある。

【0005】

【課題を解決するための手段】シリコン含有のレジストでは、レジスト中の酸化したシリコンが高いドライエッティング耐性を持つ。例えば、ポリシランに代表されるシリコン含有高分子を用いたレジストに対して酸素反応性イオンエッティングを行った場合、レジスト材料の表面に、エッティングガスとして用いた酸素ガスプラズマの反応種が衝突する。すると、衝突した酸素はレジスト中の原子間結合を切断するとともに、ある一定の確率でレジスト中のシリコンの酸化を引き起こし、 SiO_x を生ずる。 SiO_x は蒸発しにくい物質であり、さらに酸素イオンによる衝撃を受けても分解しにくい。

【0006】しかし、レジスト中の残りのシリコン原子は酸化されないまま周囲の原子とともに脱離してしまう。つまり、レジスト中のシリコン原子の酸化効率が低いとドライエッティング耐性は低くなる。従って、レジスト中のシリコン原子の反応性を高めて、酸化効率を上げることによって、従来のシリコン含有レジストのドライエッティング耐性を向上させることができる。それには、酸素雰囲気にさらす前に原子間の結合を予め切断することによって、酸素との反応性を高めるという方法が有効である。シリコン原子の結合に関与している価電子、あるいは、内殻電子が励起するために必要なエネルギーを持つ電離放射線を照射することによって、上記の目的は達成される。

【0007】

【作用】図1(a)、(b)に示すように、シリコン含有高分子1に、酸素反応性イオンエッティングを行う前に軟X線等のエネルギーの高い電離放射線3を照射すると、高分子中のシリコン原子3の結合は切断され、反応性の高いダンギングボンド4が生じる。このような状態で酸素反応性イオンエッティングを行えば、図1(c)、(d)に示すように、殆どのシリコン原子が酸化されるため、電離放射線照射をしない場合に比べて、ドライエッティング耐性は向上する。

【0008】

【実施例】以下、本発明の一実施例を図2に従って説明する。

【0009】図2において、Aは露光、現像によって作製された上層レジストのパターンである。本実施例では、上層レジスト材としてポリジメチルシラン・ポリスチレン共重合体を用いた。また、この上層レジスト材の

パターニングはX線縮小リソグラフィ技術を用いて行なった。8は下層レジストであり、本実施例では200°Cで20分ベークした膜厚2μmのノボラック樹脂を用いた。9はシリコン基板、10は波長が4.5nmから20nmで強度が0.1W/cm²の軟X線、11は軟X線照射によりSi—Si結合の切断された上層レジストのパターン、12は酸素ガスのプラズマ、13は酸化ケイ素を含むレジストパターン、14はパターニングされた下層レジストである。

【0010】初めに、図2(a)に示すような、二層レジスト膜堆積後、上層をパターニングした基板9に、図2(b)に示すように、軟X線10を全面に5秒間照射した。これにより上層レジスト中に含まれるシリコン原子の結合は切断され、レジストパターン7は高い反応性を持つレジストパターン11となった。その後、図2(c)に示すように酸素反応性イオンエッティングを行なった結果、酸素プラズマ12中のイオンやラジカルがレジスト中のシリコンと反応し、酸化ケイ素を含むレジストパターン13を生ずるとともに、下層レジスト8に上層レジストのパターンが転写された。十分な酸素反応性イオンエッティングを行なった後、図2(d)に示すようにアスペクト比の高いノボラック樹脂のパターン14が得られた。

【0011】尚、軟X線10の代わりに波長300nm以下の紫外線または真空紫外線を用いても、シリコン原子の結合が切断され、同様の効果が得られた。

【0012】

【発明の効果】 レジストのドライエッティング耐性を向上させる。それにより半導体プロセスにおけるコストの低下、解像度およびスループットの向上が可能となる。この方法はまた、ガス、プラズマ、イオン等を使用しないため、クリーンで、基板へのダメージがない。さらに、ドライプロセスであるため、真空一貫化にも対応している。

【図面の簡単な説明】

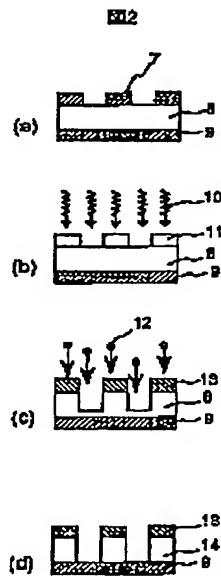
【図1】本発明を用いてシリコン原子の結合を切断したポリシランに代表されるシリコン含有の高分子材料に、酸素反応性イオンエッティングを施した場合の反応の概念図である。

【図2】本発明によるドライエッティング方法の概念図であり、酸素反応性イオンエッティングにより上層レジストのパターンを下層レジストに転写し、アスペクト比の高いパターンが形成されるプロセスを表す。

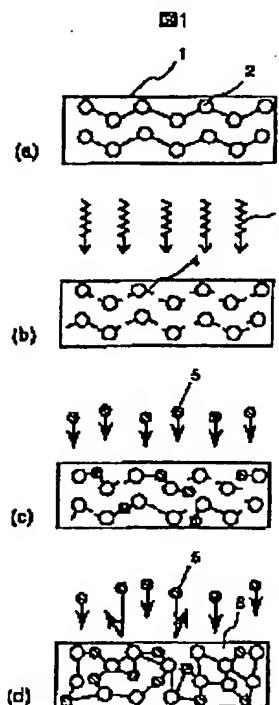
【符号の説明】

1：ポリシラン等のシリコン含有の高分子材料、2：シリコン原子、3：電離放射線、4：シリコンのダングリングボンド、5：酸素ガスプラズマ、6：酸化したシリコン含有の高分子材料、7：上層レジストのパターン、8：下層レジスト、9：シリコン基板、10：波長が4.5nmから20nmで強度が0.1W/cm²の軟X線、11：シリコン原子の結合が切断された上層レジストのパターン、12：酸素ガスプラズマ、13：酸化した上層レジストのパターン、14：反応性イオンエッティングにより下層レジストに形成されたパターン。

【図2】



【図1】



フロントページの続き

(72)発明者 小川 太郎
東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内
(72)発明者 曽我 隆
東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 武田 英次
東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内
(72)発明者 橋 浩昭
茨城県つくば市東1丁目1番 工業技術院
物質工学工業技術研究所内
(72)発明者 松本 睦良
茨城県つくば市東1丁目1番 工業技術院
物質工学工業技術研究所内